

SCIENCA REVUO de Internacia Scienca Asocio Esperantista BEOGRAD, Jugoslavio	El Vol. 28 n-ro 3(125) 30.05.1977.
--	--

PRI LA LIGO INTER TEMPERATUROJ KAJ VARMOJ DE FANDIĜO POR ELEMENTOJ DE LA PERIODA SISTEMO INFORMO I

(S.FLAKS, DONECK, USSR)^{+/}

Dum la serĉado de informaj faktoj pri temperaturo kaj varmoj de fandiĝo por elementoj esploristo spertas grandan disjeton de tiuj ĉi valoroj. Ekzemple, por litio (Li) en informa literaturo (1-9) la varmo de fandiĝo varias de 0,2277 ĝis 1,000 kcal/g·at, kaj temperaturo de fandiĝo - de 451° ĝis 459°K. Por malfacile fandebaj metaloj la indicoj, prezentataj de diversaj aŭtoroj, estas ankoraŭ pli diferencaj pro manko de komunaj kriterioj. Ĉiu aŭtoro de informlibro elektas subjektive el granda nombro da faktoj la valorojn por temperaturoj kaj varmoj de fandiĝo. El la publikitaj en literaturo empiriaj interrilatoj por temperaturo kaj varmo de fandiĝo necesas menciigi regulon, analogan al la regulo de Trutone, havanta multajn esceptojn kaj malaltan gradon de precizeco (10).

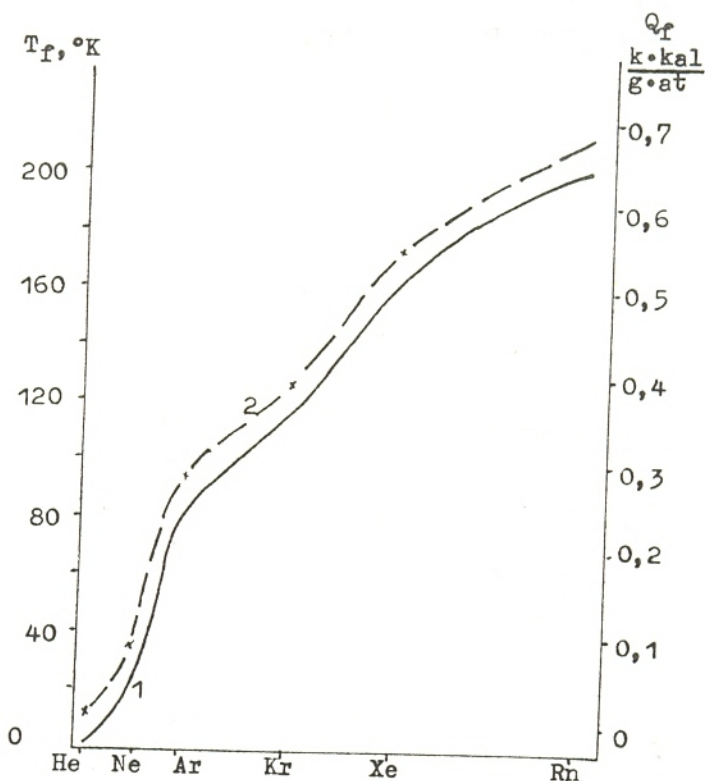
En ĉi tiu artikolo la aŭtoro provas elekti kredindajn valorojn de varmo kaj temperaturo de fandiĝo por inertaj gasoj kaj alkalmetaloj surbaze de la Perioda Sistemo, por kio estas studitaj la interrilatoj de tiuj indicoj laŭ la elementa vicnumero.

^{+/}kand.pri teknik.sc., Krasnoflotskaja 98-56, DONECK-59, USSR

La prezentitaj sur la bildoj 1 kaj 2 rilatoj de temperaturoj al varmoj de fandiĝo havas similajn karakterojn kaj tial oni devus atendi, ke la rilatoj inter la varmo kaj temperaturo de fandiĝo estas konstanta valoro. Por trovi tiun konstanton estas kalkulita la proporcio

$$k = \frac{Q_f}{T_f}$$

(Q_f - varmo de fandiĝo kkal/g·at, T_f - temperaturo de fandiĝo, °K)



Bildo 1.

Interrilatoj de la temperaturoj kaj varmoj de fandiĝo por inertaj gasoj laŭ la elementa vicnumero; 1 - temperaturo de fandiĝo, °K; 2 - varmo de fandiĝo, k·kal/g·at.

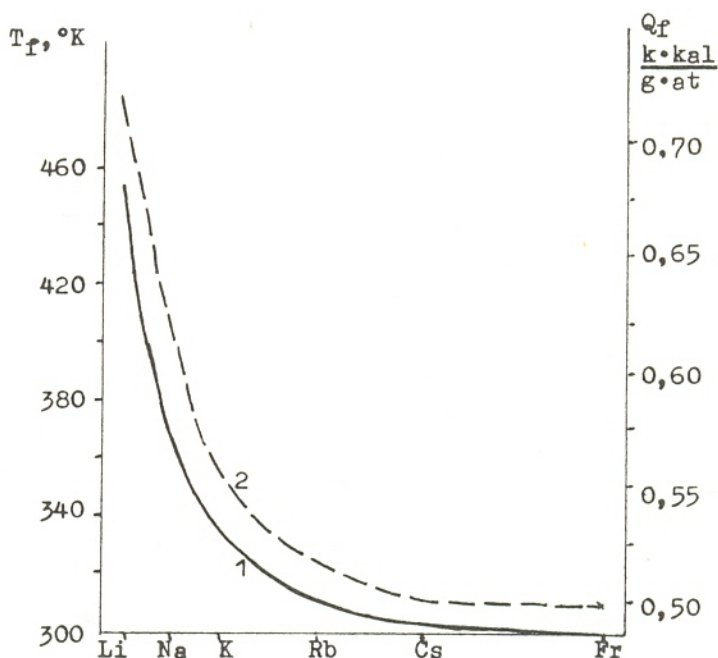
por faktoj, indikitaj de diversaj aŭtoroj por ĉiuj eblaj kunmetaĵoj. Poste per la metodo de la matematika statistiko estas difinitaj mez-aritmetikaj valoroj kun konsidero de kvadrata eraro. La faktoj, indikitaj de diversaj aŭtoroj estis rigardataj kiel rezulto de paralelaj eksperimentoj, faritaj kun diversa precizeco.

Mezkvadrata eraro de apartaj mezuroj estas difinita per la formulo

$$\delta^2 = \sqrt{\frac{\sum (k - k_i)^2}{n - 1}} \quad (1)$$

Mezkvadrata eraro de la mezaritmetika valoro estas difinita per la formulo (11):

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{\sum (k - k_i)^2}{n(n-1)}} \quad (2)$$



Bildo 2.

Interrilatoj de la temperaturoj kaj varmoj de fandiĝo por alkalmetaloj laŭ la elementa vicnumero: 1 -temperaturo de fandiĝo, °K, 2 -varmo de fandiĝo, $k \cdot \text{kal/g} \cdot \text{at}$.

La faktoj pri la temperaturoj kaj varmoj de fandiĝo por inertaj gasoj kaj ĉiuj eblaj variantoj de kalkulkonstantoj k_i por la elementoj de la nula grupo en la Perioda Sistemo estas notitaj en la Tabelo 1.

Dum la unua prikalkulo de faktoj el 23 apartaj valoroj estas kalkulita meza valoro de la konstanto $k=352,4 \cdot 10^{-5}$ kaj mezkvadrata eraro de apartaj mezuroj, kiu egalas al $\delta=53,4 \cdot 10^{-5}$. Dum la sekvanta prikalkulo de faktoj estis konsiderataj nur tiuj valoroj de "k", ĉe kiuj la mezkvadrata eraro de mezuro estis malpli ol

Tabelo 1

N ^o de elementoj	Simbolo	Varmo de fandiĝo kkal/g.at	Temperaturo de fandiĝo °K	$k = \frac{Q_f}{T_f} \cdot 10^{-5}$ kkal/g.at.grad
2	He	<u>0,005</u> /2/	0,95 /6/; 1,05 /4/ 1,15 /5/; <u>1,773</u> /2/	526,3; 476,2 434,8; 282,1
10	Ne	<u>0,080</u> /1,2/ 0,081 /3/	<u>24,15</u> /5/; 24,48/6/ 24,55 /2,3/	331,3. 326,8 325,9; 335,4 330,9; 329,9
18	Ar	<u>0,281</u> /2,3/	83,75 /6/; 83,78/2/ <u>83,85</u> /3,6/	335,5; 335,4 335,1
36	Kr	<u>0,391</u> /1, 2,3/	115,90 /2/; 83,78 /2/ /6/ <u>116,05</u> /3,6/	337,4; 337,2. 336,9.
54	Xe	<u>0,5485</u> /3/ 0,549 /2/	161,3 /2/; <u>161,35</u> /3,6/	340,1; 339,9; 340,4; 340,2.
86	Rn	<u>0,693</u> /2/	202,0 /6/; 202,15 /3/; <u>202,2</u> /2/	343,1; 342,8 342,6.

3δ , t.e. $53,4 \cdot 10^{-5} \times 3 = 160,2 \cdot 10^{-5}$. En tiu kazo por la kalkulo estis uzita nombro de valoroj por konstanto $n=22$. Dum la tria pri-kalkulo de faktoj - $n=20$; $k=333,4 \cdot 10^{-5}$; $\delta=13,1 \cdot 10^{-5}$; $\epsilon_0=2,8 \cdot 10^{-5}$;

$$k_0 = \frac{Q_f}{T_f} = (333,4 \pm 2,8) \cdot 10^{-5} \text{ kkal/g} \cdot \text{at} \cdot \text{grad}$$

kaj mezkvadrata eraro de la aritmetika mezunuo ne superis $\pm 0,84\%$.

+
+ +

Similaj kalkuloj estis faritaj por la elementoj de aliaj grupoj en la Perioda Sistemo. En ĉi tiu informo ni pridiskutos ankaŭ la faktojn, ricevitaĵojn por alkalmetaloj, kiuj estas prezentitaj en la Tabelo 2. Dum la fina prikalkulo de faktoj ni konsideris el 132 valoroj $n=110$. En tiu kazo:

$$k = 166,7 \cdot 10^{-5}; \delta = 5,4 \cdot 10^{-5}; \epsilon_0 = 0,5 \cdot 10^{-5};$$

$$k_1 = \frac{Q_f}{T_f} = (166,7 \pm 0,5) \cdot 10^{-5} \text{ kkal/g} \cdot \text{at} \cdot \text{grad}$$

kaj mezkvadrata eraro de la aritmetika mezunuo ne superis $\pm 0,3\%$.

Se supozu, ke la proporcio de fandiĝa varmo al temperaturo de fandiĝo estas indico konstanta por gram-molekulo de substanco, do tiam estos:

$$K = k_i \cdot n = \frac{Q_f}{T_f} \cdot n \text{ kkal/g} \cdot \text{mol} \cdot \text{grad} \quad (3)$$

kie n - atomnombro en molekulo, i - vicnumero de grupo.

Konsiderante, ke inertaj gasoj estas unuatomaj kiel en gas-stato, tiel en fandita stato ($n=1$) la konstanto egalos $K = (333,4 \pm 2,8) \cdot 10^{-5} \text{ kkal/g} \cdot \text{mol} \cdot \text{grad}$. Substituo en la proporcio (3) de la indico $k = 166,7 \cdot 10^{-5}$ por alkalmetaloj montras, ke en fandiĝo ĉe la temperaturo de fandiĝo la molekuloj de tiuj metaloj estas du-atomaj:

$$n = \frac{K}{k_i} = \frac{333,4}{166,7} = 2$$

Ekzisto de duatomaj molekuloj por alkalmetaloj eĉ ĉe la tem-

peraturo de bolo konfirmiĝas per faktoj de spektroskopiaj kaj aliaj esploroj (4,12).

Tabelo 2

N ^o de ele- men- toj	Sim- bolo	Varmo de fandiĝo kkal/g.at	Temperaturo de fandiĝo °K	$k = \frac{Q_f}{T_f} \cdot 10^{-5}$ kkal/g.at.grad
3	Li	0,7161/3/ 1,0 /1/ 1,092/2/ <u>0,723</u> /8/	<u>450,99</u> /7/; 452/3,4,6/ 453,0/6,9; 453,7/2,8/ 459,0/5/; 452,15 /7/ 452,65/7/; 453,15/7/ 453,25/7/; 456,15/7/ 459,15 /7/	158,8; 158,4; 158,1; 157,8; 156,0 221,7; 221,2; 220,7; 220,4; 217,8 242,0; 241,5; 241,0; 240,6; 237,9 158,4; 221,2; 241,5; 158,2; 220,9 241,3; 158,0; 220,7; 241,0; 158,0 220,7; 240,9; 157,0; 219,3; 239,4 156,0; 217,8; 237,8; 160,3; 159,9 159,5; 159,3; 157,5; 159,9; 159,7 159,5; 159,5; 158,5; 157,5.
11	Na	<u>0,621</u> /2/ 0,6222/3/ 0,63/1,8/ <u>0,621</u> /2/	370,65/6/; 370,95/4,6/ 370,98/3/; 371,0/5,8/ <u>371,97</u> /2/	167,5; 167,4; 167,4; 167,4; 166,9 167,9; 167,7; 167,7; 167,7; 167,3 170,0; 169,8; 169,8; 169,8; 169,4
19	K	<u>0,554</u> 2,8/ 0,570/1/ 0,572/3/	<u>336,65</u> /4/; 336,75 /6/ 337,40/2/; 336,7 /8/	164,6; 164,5; 164,2; 169,3; 169,3 168,9; 169,9; 169,9; 169,5; 164,5 169,3; 169,9.
37	Rb	<u>0,521</u> /1/ 0,56/2/ Q5214/7/ 0,5252/7/ 0,5257/7/	310,15/6/; <u>311,95</u> /6,7/ 312,0/2,4,6,8/310,95/7/ 311,65/7/; 311,85/7/ 312,15/7/; 312,25/7/	167,7; 166,7; 166,7; 180,6; 179,5 168,1; 169,3; 169,5; 167,1; 168,4 168,5; 167,1; 168,3; 168,5; 167,2 167,7; 168,9; 168,9; 179,7; 166,9 167,3; 168,5; 168,7; 179,7; 166,8 167,2; 168,4; 168,6; 179,6; 166,6 167,0; 168,2; 168,4; 179,4; 166,5 167,0; 168,2; 168,4; 179,4.
55	Cs	<u>0,50</u> /3,7/ 0,51/2/ 0,4997/7/ 0,5011/7/	301,6/4,7/; <u>301,65</u> /6/; 301,8/2/; 299,15/7/ 302,85 /7/	165,7; 165,8; 165,7; 169,1; 169,1 169,0; 165,7; 166,2; 165,7; 166,1 165,6; 166,0; 167,0; 167,2; 167,5 170,5; 165,0; 165,1; 165,5; 168,4
87	Fr	<u>0,5</u> /2/	<u>300</u> /2/	166,7

K O N K L U D O J

Per ekzemplo de inertaj gasoj kaj alkalmetaloj evidentiĝas, ke por la elementoj de la Perioda Sistemo $K = \frac{Q_f}{T_f} \cdot n$ estas valoro konstanta kaj egalas al

$$(333,4 \pm 2,8) \cdot 10^{-5} \text{ kkal/g} \cdot \text{mol} \cdot \text{grad}$$

(kie n estas atomnombro en molekulo ĉe la temperaturo de fandiĝo).

Surbaze de la trovita interrilito evidentiĝas, ke la alkalmetaloj ĉe la fandiĝa temperaturo formas duatomajn molekulojn.

La trovita interrilito permesis elekti el granda nombro da informaj faktoj la plej kredindajn indicojn de la varmoj kaj temperaturoj de fandiĝo (ĉi tiuj valoroj estas konturitaj en la tabeloj (ĉirkaŭstreke).

LITERATURO

1. Справочник химика, т. I, Госхимиздат, 1962 г.
2. "Физико-химические свойства элементов", Справочник под редакцией Самсонова Г. В., Киев, 1965 г.
3. Краткая химическая энциклопедия, М. 1961-1967 гг.
4. Реми Г. "Курс неорганической химии", ИЛ, М., 1963 г.
5. Некрасов Б. В. "Курс общей химии", М. 1952 г.
6. Справочник химика, т. 2, изд. "Химия", Л-М, 1964 г.
7. Филянд М. А., Семенова Е. И., "Свойства редких элементов", М, 1953 г.
8. Уикс К. Е., Блок Ф. Е., "Термодинамические свойства 65 элементов, их окислов, галогенидов, карбидов и нитридов", перевод с англ. М. 1965 г.
9. Сонгина О. А., "Редкие металлы", М, 1964 г.
10. Бродский А. И., "Физическая химия", т. I, М, 1948 г.
11. Батунер Л. М., Позин М. Е., "Математические методы в химической технике", Л, 1968 г.
12. Шукарев С. А., "Неорганическая химия", М, 1970 г.